

PCT/EP2004/000000

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Rec'd PCT/PTO 20 SEP 2005
10/549612



EP09/2758

REC'D 27 APR 2004

WIPO PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 12 582.5

Anmeldetag: 21. März 2003

Anmelder/Inhaber: AUDI AG, 85045 Ingolstadt/DE

Bezeichnung: Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine

IPC: F 01 L 1/047

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 2. April 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Sl e

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Stremme

Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft einen Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine mit mehreren Gaswechselventilen, von denen wenigstens zwei mittels einer Nockenwelle, einem auf einem drehfest und axial verschiebbar auf der Nockenwelle gelagerten als Hohlwelle ausgebildeten Nockenträger, mit auf dem Nockenträger ausgebildeten Nocken mit Nockenprofil, und mit jeweils einem Nockenfolger betätigt werden, wobei jedem der beiden Nockenfolger je zwei benachbarte Nockenprofile zugeordnet sind, die zur Einstellung des Ventilhubsteuerverlaufs zur wahlweisen Herstellung eines Wirkkontakts zum Nockenfolger verstellbar sind, mit Mitteln zum gesteuerten axialen Verschieben des Nockenträgers gegenüber der Nockenwelle zwischen einer ersten axialen Position, in der sich jeweils die eine Nockenkontur in ihrer Steuerbetriebsposition zur Herstellung des Wirkkontaktes mit dem Nockenfolger befindet, und einer zweiten axialen Position, in der sich jeweils die zweite Nockenkontur in ihrer Steuerbetriebsposition zur Herstellung des Wirkkontaktes mit dem Nockenfolger befindet gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Ein derartiger Ventiltrieb ist beispielsweise aus der EP 0 798 451 B1 bekannt. Bei diesem Ventiltrieb wird zur Veränderung des Steuerhubverlaufes der beiden Ventile der Nockenträger gegenüber der Nockenwelle soweit verschoben, bis eine in der Nockenwelle federgespannte radial beweglich gelagerte Kugel in Eingriff mit einer korrespondierenden in der radialen Innenseite des Nockenträgers ausgebildete Umfangsrille eingreift. Die Kugel sichert durch Anlage an die beiden Rillenwände in beide axiale Richtungen die axiale Position des Nockenwellenträgers auf der Nockenwelle. Dabei ist den Steuerpositionen der unterschiedlichen Nockenkonturen jeweils eine Umfangsrille zugeordnet ausgebildet. Auf diese Weise lässt sich einfach der

Steuerhubverlauf der beiden Ventile durch einfaches axiales Verschieben des Nockenträgers bis zum Eingriff der Kugel in die entsprechende Umfangsrille verstellen. Allerdings wird auf diese Weise lediglich die axiale Position der jeweiligen Umfangsrille zur jeweiligen axialen Position der Kugel in der Nockenwelle exakt eingestellt. Die Nockenkonturen sind gegenüber der ihnen jeweils zugeordneten Umfangsrille am Nockenträger jedoch unterschiedlich axial versetzt angeordnet. Thermisch abhängiges Dehnverhalten der Nockenwelle sowie unterschiedliches Dehnverhalten von Nockenwelle und Nockenwellenträger und Ungenauigkeiten in Herstellung, Montage oder betriebsbedingter Art können jedoch bewirken, dass bereits die axiale Position der Kugel gegenüber dem Nockenfolger undefinierte, sich im Betrieb verändernde Abweichungen zu ihrer axialen Sollposition aufweist und dass abhängig von Temperatur und dem tatsächlichen axialem Abstand zwischen der gegenüber der ungenau undefinierte positionierten Kugel exakt positionierter Umfangsrille und der zugeordneten Nockenkontur mehr oder weniger zusätzlich undefinierte Abweichungen der axialen Position hinzukommen. Auf diese Weise wird die eigentlich einzustellende axiale Position der Nockenkontur gegenüber dem Nockenfolger undefiniert ungenau. Um bei einer derartigen Ausbildung sicher und zuverlässig eine Umstellung der Ventilhubsteuerungsverläufe zu ermöglichen, müssen daher zusätzliche diesen Abweichungen entgegenwirkende Maßnahmen getroffen werden. So werden die Nocken entlang der Nockenkonturen mit axial besonders breiten Abrollflächen für die Nockenfolgerrollen ausgebildet und die Nockenfolgerrollen werden mit besonders schmaler Breite ausgebildet, so dass die Nockenfolgerrollen bei allen zu erwartenden im Betrieb der Brennkraftmaschine auftretenden axialen Dehnungen des Nockenwellenträgers gesichert auf der Nockenkontur abläuft. Die auf diese Weise erforderliche schmale Ausbildung der Nockenfolgerrolle führt zu erhöhten Flächenpressungen, die auf Nockenfolgerrolle und auf die Nockenkontur einwirken. Dies bringt das Risiko eines erhöhten Verschleißes und Einschränkungen in den konstruktiven Möglichkeiten, sowohl hinsichtlich des Bauraums als auch hinsichtlich der einsetzbaren Materialien und Ausgestaltungsformen mit sich.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, einen Ventiltrieb gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 zu schaffen, bei dem sicher und zuverlässig unabhängig vom thermischen Längungsverhalten der Nockenwelle die Ventilhubsteuerung einfach durch axiales Verschieben des Nockenwellenträgers umgeschaltet werden kann.

Das Problem wird erfindungsgemäß durch die Ausbildung eines Ventiltriebs einer Brennkraftmaschine mit mehreren Gaswechselventilen, von denen wenigstens zwei mittels einer Nockenwelle, einem auf einem drehfest und axial verschiebbar auf der Nockenwelle gelagerten als Hohlwelle ausgebildeten Nockenträger, mit auf dem Nockenträger ausgebildeten Nocken mit Nockenprofil, und mit jeweils einem Nockenfolger betätigt werden, wobei jedem der beiden Nockenfolger je zwei – insbesondere benachbarte – Nockenprofile zugeordnet sind, die zur Einstellung des Ventilhubsterverlaufs zur wahlweisen Herstellung eines Wirkkontakts zum Nockenfolger verstellbar sind, mit Mitteln zum gesteuerten axialen Verschieben des Nockenträgers gegenüber der Nockenwelle zwischen einer ersten axialen Position, in der sich jeweils die eine Nockenkontur in ihrer Steuerbetriebsposition zur Herstellung des Wirkkontaktes mit dem Nockenfolger befindet, und einer zweiten axialen Position, in der sich jeweils die zweite Nockenkontur in ihrer Steuerbetriebsposition zur Herstellung des Wirkkontaktes mit dem Nockenfolger befindet gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst, bei dem in der ersten axialen Position, in der sich jeweils die eine Nockenkontur in ihrer Steuerbetriebsposition zur Herstellung des Wirkkontaktes mit dem Nockenfolger befindet, eine zum Nockenwellenlager gerichtete axiale Stirnseite lediglich des einen Nockens axial am Lagerbock eines Nockenwellenlagers anliegt, und dass in der zweiten axialen Position, in der sich jeweils die zweite Nockenkontur in ihrer Steuerbetriebsposition zur Herstellung des Wirkkontaktes mit dem Nockenfolger befindet, eine zum Nockenwellenlager gerichtete axiale Stirnseite lediglich des anderen Nockens axial am Lagerbock des Nockenwellenlagers anliegt.

Auf diese Weise wird zur Verstellung der Ventilhubsteuerung lediglich der Nockenträger axial zwischen den axialen Anlagepositionen der Nocken an den Lagerböcken der Nockenwellenlager bis zur erneuten Anlage verschoben. Die Nocke und somit die Nockenkurve ist dabei auf diese Weise selbst in genau definierter Position zum Lagerbock und axial gegenüber dem Nockenfolger unabhängig vom Betriebszustand der Nockenwelle, von thermischen Dehnungen der Nockenwelle, von sonstigen Ungenauigkeiten zwischen Nockenwelle und Nockenträger axial genau positioniert. Die axiale Breite der Abrollflächen der Nocken entlang ihrer Kontur kann klein ausgebildet werden und die Breite der Kontaktfläche des Nockenfolgers kann ebenso groß ausgebildet werden. Bauraum und Flächenpressung zwischen Nockenfolger und Nocken kann reduziert werden. Die konstruktiven Möglich-

keiten für den Einsatz der verwendeten Materialien und Formen wird erweitert.

Bevorzugt ist die Ausbildung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 2, bei der der Nockenträger in einem axialen Abschnitt zwischen den Nockenkonturen zur Betätigung des ersten Ventils über den ersten Nockenfolger und den Nockenkonturen zur Betätigung des zweiten Ventils über den zweiten Nockenfolger mit zylindrischer Mantelfläche als Lagerfläche ausgebildet und im Nockenwellenlager drehbar und axial verschiebbar gelagert ist, und bei der in der ersten axialen Position, in der sich jeweils die eine Nockenkontur in ihrer Steuerbetriebsposition zur Herstellung des Wirkkontaktes mit dem Nockenfolger befindet, die zum Nockenwellenlager gerichtete axiale Stirnseite des einen Nockens axial am Lagerbock des Nockenwellenlagers anliegt, und dass in der zweiten axialen Position, in der sich jeweils die zweite Nockenkontur in ihrer Steuerbetriebsposition zur Herstellung des Wirkkontaktes mit dem Nockenfolger befindet, die zum Nockenwellenlager gerichtete axiale Stirnseite des anderen Nockens axial am Lagerbock des Nockenwellenlagers anliegt. Auf diese Weise wird raumsparend und sehr kompakt die sichere Verstellung der Ventilhubsteuerung ermöglicht.

Besonders vorteilhaft ist die Ausbildung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 3, bei der zwischen Nockenwelle und Nockenträger Mittel zum Aufbringen und Lösen einer axialen Spannkraft von der Nockenwelle auf den Nockenträger ausgebildet sind, wobei die Richtung der axial auf den Nockenträger einwirkenden Spannkraft in der ersten axialen Position des Nockenträgers, in der sich jeweils die eine Nockenkontur in ihrer Steuerbetriebsposition zur Herstellung des Wirkkontaktes mit dem Nockenfolger befindet, die zum Nockenwellenlager gerichtete axiale Stirnseite des einen Nockens axial am Lagerbock des Nockenwellenlagers anliegt, diese axiale Stirnseite dieses einen Nockens in Berührkontakt mit der einen Stirnseite des Lagerbocks hält, und dass in der zweiten axialen Position des Nockenträgers, in der sich jeweils die zweite Nockenkontur in ihrer Steuerbetriebsposition zur Herstellung des Wirkkontaktes mit dem Nockenfolger befindet, die zum Lagerbock des Nockenwellenlagers gerichtete axiale Stirnseite des anderen Nockens axial am Lagerbock anliegt, diese axiale Stirnseite dieses anderen Nockens in Berührkontakt mit der anderen Stirnseite des Lagerbocks hält. Auf diese Weise wird in einfacher Weise in den beiden Steuerbetriebspositionen der Berührkontakt zwischen Nocke und Lagerbock und so-

mit die definierte axiale Position der Nockenkonturen durch die zwischen Nockenwelle und Nockenträger wirkende axiale Spannkraft gesichert.

Bevorzugt ist eine Ausbildung gemäß den Merkmalen von Anspruch 4, bei dem die Mittel zum Aufbringen und Lösen einer axialen Spannkraft von der Nockenwelle auf den Nockenträger als Mittel zum selbsttätigen Aufbringen der Spannkraft bei beim Erreichen der ersten bzw. der zweiten Position des Nockenträgers durch Verschieben sind. Auf diese Weise kann durch einfaches Verschieben des Nockenwellenträgers in die Betriebsposition selbstständig der Berührkontakt zum Lagerbock und somit in die definierte Steuerposition hergestellt und aufrechterhalten werden.

Eine Ausbildung gemäß den Merkmalen von Anspruch 5, bei dem die Mittel zum Aufbringen und Lösen einer axialen Spannkraft von der Nockenwelle auf den Nockenträger eine federgestützte Arretiereinrichtung aufweisen, ermöglicht eine sehr einfache und zuverlässige selbsttätige Fixierung der Nockenkonturen in ihrer jeweiligen axialen Steuerposition.

Besonders vorteilhaft ist eine Ausbildung eines Ventiltriebs gemäß den Merkmalen von Anspruch 6 oder Anspruch 7. In baulich einfacher Weise kann hierdurch jeweils eine sichere axiale Positionierung der Nockenkonturen in Ihrer Steuerungsposition hergestellt und aufrechterhalten werden, wobei die Rampen in ein einfacher Weise die Gewährleistung der Sicherstellung der axialen Haltekraft unabhängig von axialen Ungenauigkeiten oder von Veränderungen der Länge der Nockenwelle im Betrieb ermöglichen.

Besonders vorteilhaft ist die Ausbildung gemäß den Merkmalen von Anspruch 8 ermöglicht. Die lösbare Arretierung ist durch die Ausbildung, bei der das beweglich gelagerte Arretiermittel ein radial verschiebbar gelagerter Arretierstift oder Arretierbolzen ist, wobei im Grund des Lagers für den Arretierstift bzw. den Arretierbolzen eine Rückstellfeder gelagert ist, die sich am Lagergrund und am Arretierstift oder Arretierbolzen abstützt, einfach und zuverlässig verwirklicht. Eine Ausbildung, bei der die radial vom Grund des Lagers für den Arretierstift bzw. den Arretierbolzen wegweisende Spitze abgerundet ist, ermöglicht einen sicheren, definierten Kontakt zur jeweiligen Rampe und hierdurch eine zuverlässige, definierte Krafteinleitung von Arretierstift bzw. Arretierbolzen in die jeweilige Rampe. Die Ausbildung von Anspruch 9 ermöglicht die Reduzierung der Reibung zwischen Arretierstift bzw. Arretierbolzen und der jeweiligen Rampe und somit eine Reduzierung von

Verschleiß, wodurch die Zuverlässigkeit der Krafteinleitung und somit der exakten axialen Positionierung der Nockenkontur auch dauerhaft zusätzlich verbessert werden kann.

Die Ausbildung nach Anspruch 10 ermöglicht in besonders einfacher und zuverlässiger Weise eine gesteuerte axiale Verschiebung des Nockenträgers zum gesteuerten Wechsel des Ventilhubs zu verwirklichen.

Bevorzugt ist die Ausbildung gemäß den Merkmalen von Anspruch 11, bei dem auf der Nockenwelle mehrere axial zueinander beabstandete Nockenwellenträger mit Nocken zur Betätigung jeweils zweier Gaswechselventile gemäß den Merkmalen von einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche ausgebildet sind. Bei dieser Ausführung kann sehr zuverlässig die Verstellung der Ventilhubsteuerung auch bei einer Vielzahl von von der Nockenwelle gesteuerten Ventilen vorgenommen werden, indem lediglich der jeweilige Nockenträger axial zwischen den axialen Anlagepositionen der Nocken an den Lagerböcken der Nockenwellenlager bis zur erneuten Anlage verschoben wird. Obwohl gerade bei derartigen Ausführungen, bei denen mehrere Nockenträger axial verteilt auf der Nockenwelle gelagert sind, die die axialen Ungenauigkeiten, die beispielsweise durch thermische Dehnungen der Nockenwelle hervorgerufen werden, entlang der Nockenwelle zu unterschiedlichem axialen Veränderungen führen würden, werden die Nocken und somit die Nockenkurve bei dieser Ausführung in genau definierter Position zum jeweiligen Lagerbock und axial gegenüber dem jeweiligen Nockenfolger unabhängig vom Betriebszustand der Nockenwelle, von thermischen Dehnungen der Nockenwelle, von sonstigen Ungenauigkeiten zwischen Nockenwelle und Nockenträger axial genau positioniert. Die axiale Breite der Abrollflächen der Nocken entlang ihrer Kontur kann klein ausgebildet werden und die Breite der Kontaktfläche des Nockenfolgers kann ebenso groß ausgebildet werden. Bauraum und Flächenpressung zwischen Nockenfolger und Nocken kann reduziert werden. Die konstruktiven Möglichkeiten für den Einsatz der verwendeten Materialien und Formen wird erweitert.

Die Erfindung ist im folgenden an Hand der in den Fig. 1 bis 7 schematisch dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Dabei zeigen die Figuren:

- Fig. 1 Seitenansicht eines erfindungsgemäßen vierzylindrigen Verbrennungsmotors;
- Fig. 2 Darstellung des Verbrennungsmotors von Fig. 1 in Ansicht II-II von Fig.1;
- Fig. 3 Perspektivische Darstellung der im Verbrennungsmotors der Fig.1 und Fig. 2 eingebauten Nockenwellen mit abgenommener Zylinderkopfhaube;
- Fig. 4 Darstellung einer der beiden Nockenwellen im ausgebauten Zustand;
- Fig. 5 axialer Abschnitt der in Fig. 3 dargestellten Nockenwelle mit einem Nockenwellenträger;
- Fig. 6 axialer Abschnitt des in Fig. 5 dargestellten Nockenwellenträgers in Schnittdarstellung in erster Ventilhubsteuerposition;
- Fig. 7 axialer Abschnitt des in Fig. 5 dargestellten Nockenwellenträgers in Schnittdarstellung in zweiter Ventilhubsteuerposition.

In den Figuren 1 bis 3 ist beispielhaft ein vierzylindriger Verbrennungsmotor in Reihenordnung mit Fremdzündung mit einem Zylinderkurbelgehäuse 30, mit einem darauf befestigtem Zylinderkopf 31 und mit einer Zylinderkopfhaube 33 dargestellt, die in bekannter herkömmlicher Weise ausgebildet sind. Pro Zylinder sind in bekannter nicht dargestellter Weise jeweils zwei Einlass- und zwei Auslassventile ausgebildet, wobei die Einlassventile von einer Einlassnockenwelle 1 und die Auslassventile von einer Auslassnockenwelle 16 in bekannter Weise gesteuert betätigt werden. Hierzu sind die beiden Nockenwellen 1, 16 parallel zur Motorlängsachse ausgerichtet und beiderseits der Zylinderreihe drehbar im Zylinderkopf 31 gelagert.

Die Einlassnockenwelle 1 und die Auslassnockenwelle 16 werden in bekannter, nicht näher dargestellter Weise gesteuert angetrieben um ihre Achsen in Betriebsrichtung gedreht.

Wie in Figur 1 und Figur 4 dargestellt ist, sind auf dem Außenumfang der Einlassnockenwelle 1 axial zueinander beabstandet vier als Hohlwellen ausgebildete Nockenträger 2 koaxial zur Einlassnockenwelle 1 ausgebildet und auf dieser axial verschiebbar aber drehfest gelagert. Wie in den Figuren 4, 5, 6 und 7 dargestellt ist, ist jeder Nockenträger 2 an seiner radialen Außenseite an seinen axialen Enden jeweils mit einer als Umfangsrille ausgebildeten, sich wendelförmig um die Nockenträgerachse windenden profilierten Axialkurve 10 bzw. 11 ausgebildet. Zwischen den beiden mit Axialkurven 10 und 11 ausgebildeten axialen Endbereichen des Nockenträgers 2 sind zwei Paare von jeweils axial aneinandergrenzenden Nocken 6, 7 bzw. 8, 9 ausgebildet, wobei zwischen dem ersten Paar aneinandergrenzender Nocken 6, 7 und dem zweiten Paar aneinandergrenzender Nocken 8, 9 der Nockenträger 2 an seiner radial äußeren Mantelfläche als zylindrische Lagerfläche ausgebildet ist. Wie in den Figuren 3, 5, 6 und 7 dargestellt ist, ist jeder Nockenträger 2 mit dieser als Lagerfläche ausgebildeten äußeren zylindrischen Lagerfläche in einem Nockenwellenlagerbock 3 des Zylinderkopfes 31 drehbar und axial verschiebbar gelagert. Die beiden axial inneren zum Nockenwellenlagerbock 3 weisenden Nocken 7 und 8 der beiden Nockenpaare sind an ihrer axialen zum Nockenwellenlagerbock 3 weisenden Stirnfläche als axiale Anlagefläche 19 bzw. 18 ausgebildet. Entsprechend ist der Nockenwellenlagerbock 3 mit seinen zu den Nocken 7 bzw. 8 weisenden axialen Seitenflächen jeweils als axiale Anlagefläche 17 bzw. 20 ausgebildet. Der Abstand zwischen den beiden Anlageflächen 18 und 19 der Nocken 7 und 8 ist dabei größer als der Abstand der korrespondierenden Anlageflächen 17 und 20 des Nockenwellenlagerbocks 3 zueinander. Der Abstand ist dabei so gewählt, dass bei Anlage der Anlagefläche 19 des Nockens 7 an der korrespondierenden Anlagefläche 17 des Nockenwellenlagerbocks 3 die Nockenfolgerrollen 23 eines dem ersten Nockenpaares mit den Nocken 6, 7 zugeordneten Schlepphebels 21, welcher in herkömmlicher Weise gelagert und ausgebildet ist, zur Betätigung des Ventilschafts 27 des zugeordneten Ventils mit der Nockenkontur des Nockens 7 in Berührkontakt steht, und dass die Nockenfolgerrollen 24 eines dem zweiten Nockenpaares mit den Nocken 8, 9 zugeordneten Schlepphebels 22, welcher in herkömmlicher Weise gelagert und ausgebildet ist, zur Betätigung des Ventilschafts 28 des zugeordneten Ventils mit der Nockenkontur des Nockens 8 in Berührkontakt steht. Den

Schlepphebeln 21, 22 zugeordnet ist in herkömmlicher bekannter Weise ein im Zylinderkopf ausgebildetes Spielausgleichselement 25 bzw. 26. Das Verhältnis des Abstandes zwischen den beiden Anlageflächen 18 und 19 der beiden Nocken 7 und 8 zu dem Abstand der beiden korrespondierenden Anschlagsflächen am Nockenlagerbock 3 ist dabei so gewählt, dass bei axialer Anlage der Anschlagsfläche 18 des Nockens 8 an der korrespondierenden Anschlagsfläche 20 am Nockenlagerbock 3 die Nockenfolgerrolle 23 in Berührkontakt zur Nockenkontur des Nockens 7 und die Nockenfolgerrolle 24 in Berührkontakt zur Kontur des Nockens 9 steht.

Wie in den Figuren 5, 6, 7 dargestellt ist, sind an der radialen Innenseite des Nockenträgers 2 parallel zueinander zwei in Umfangsrichtung ausgerichtete, sich über den gesamten Innenumfang des Nockenträgers erstreckende parallele Umfangsrillen 34, 35 ausgebildet. Die beiden Umfangsrillen 34, 35 sind jeweils an ihrer axial zur anderen Umfangsrille 35 bzw. 34 mit von radial außen nach radial innen schräg zur Radialen verlaufend, axial zur anderen Umfangsrille geneigten Rillenwänden ausgebildet, die konische Flächen 36 bzw. 37 bilden, wobei die konische Fläche 36 der Rille 34 einen Steigungswinkel α zur Drehachse der Nockenwelle 1 und die Fläche 37 der Rille 35 einen Steigungswinkel β zur Drehachse der Nockenwelle 1 aufweist.

In der Nockenwelle ist - wie in den Figuren 5, 6, 7 dargestellt ist - in einer in radialer Richtung ausgebildeten Sackbohrung 38 eine Arretierkugel 40 bekannter Art verschiebbar gelagert. Die Arretierkugel 40 ist über einer Spiraldruckfeder 39 bekannter Art, welche sich mit ihrem einen Ende in dem als Gegenlager ausgebildeten Boden der Sackbohrung 38 abstützt und welche sich mit dem anderen Ende an der Kugel 40 abstützt, derart vorgespannt, dass die Arretierkugel 40 nach radial außen gegen die radiale Innenfläche des Nockenträgers 2 vorgespannt an dieser anliegt. Der Abstand der Konusflächen 36 und 37 der beiden Rillen 34 bzw. 35 zueinander sowie die axiale Position der Sackbohrung 38 sind dabei so aufeinander abgestimmt, dass bei axialer Anlage des Nockens 8 mit seiner Anlagefläche 18 an der korrespondierend ausgebildeten Anlagefläche 20 des Lagerbocks 3 die Arretierkugel 40 an der konischen Anlagefläche 37 anliegt - wie in Figur 7 dargestellt ist - und dass bei axialer Anlage des Nockens 7 mit seiner Anlagefläche 19 an der korrespondierenden Anlagefläche 17 des Nockenlagerbocks 3 die Arretierkugel 40 an der konischen Fläche 36 der Rille 34 anliegt - wie in Figur 5 und Figur 6 dargestellt ist.

Auf diese Weise wird in der in den Figuren 5 und 6 dargestellten axialen Position des Nockenträgers 2, in der die Anlagefläche 19 des Nockens 7 axial an der korrespondierenden axialen Anlagefläche 17 des Lagerbocks 3 anliegt, über die Arretierkugel 40 und die konische Fläche 36 der Umfangsrille 34 eine Axialkraft von der Nockenwelle 1 in den Nockenträger 2 eingeleitet, die in Gegenrichtung zu der von der vom Lagerbock 3 über die Anlagefläche 17 auf die Anlagefläche 19 des Nockens 9 einwirkenden Axialkraft gerichtet ist. Auf diese Weise ist der Nockenträger 2 in beide axiale Richtungen fixiert. Bei der in Figur 7 dargestellten Position des Nockenträgers 2, in welcher die axiale Anlagefläche 18 des Nockens 8 in Berührkontakt zur korrespondierend ausgebildeten axialen Anlagefläche 20 des Lagerbocks 3 steht, steht die Arretierkugel 40 in Berührkontakt zur konischen Fläche 37 der zweiten Umfangsrille 35, wodurch von der Nockenwelle 1 in den Nockenträger 2 eine Axialkraft eingeleitet wird, die der von der dem Lagerbock 3 über die Anlagefläche 20 auf die axiale Anlagefläche 18 des Nockens 8 einwirkenden Axialkraft entgegengerichtet ist. Auch in dieser Betriebsposition ist der Nockenträger 2 axial in beide Richtungen fixiert. Geringfügige Abweichungen der Position der Arretierkugel 40 aufgrund von Veränderungen in der Nockenwelle 1 - beispielsweise aufgrund von Wärmedehnungen - bewirken ein geringfügiges Verschieben des Kontaktpunktes zwischen Kugel 40 und konischer Arretierfläche 37 in der zweiten, in Figur 7 dargestellten Position bzw. konischer Kontaktfläche 36 in der ersten, in Figur 6 dargestellten Position, wobei weiterhin über die Kugel 40 entsprechend der Neigung α bzw. β der konischen Flächen 36, 37 die erforderliche Axialkraft in den Nockenträger 2 eingeleitet wird.

Die Verstellung der Hubventilsteuerung von dem in den Figuren 5 und 6 dargestellten Betriebszustand für die Hubventilsteuerung, in welcher die Steuerung über die Kontur des Nockens 6, die Nockenfolgerrolle 23 des Schlepphebels 21 auf den Ventilschaft 27 des einen Ventils eines Zylinders und über die Kontur des Nockens 8, die Nockenfolgerrolle 24 des Schlepphebels 22 auf den Ventilschaft 28 des anderen Ventils des Zylinders erfolgt, in den in Figur 7 dargestellten Betriebszustand für die Hubventilsteuerung, in welcher die Steuerung über die Nockenkontur des Nockens 7, die Nockenfolgerrolle 23 des Schlepphebels 21 auf den Ventilschaft 27 des ersten Ventils und über die Nockenkontur des Nockens 9, die Nockenfolgerrolle 24 des Schlepphebels 22 auf den Ventilschaft 28 des zweiten Ventils des Zylinders erfolgt, erfolgt dadurch, dass - wie in Figur 6 dargestellt ist - der Mitnehmerstift 14 eines bekannten elektrischen Aktuators, welcher der Axialkurve 10 zugeordnet

und der im Zylinderkopf 31 angeordnet ist, vom des elektrischen Aktuator 12 radial in die als Umfangsrille ausgebildete Axialkurve 10 eingeführt wird und beim Verdrehen der Nockenwelle 1 in deren Betriebsrichtung und somit des Nockenträgers 2 um die Nockenwellenachse durch axialen Berührkontakt zwischen Mitnehmerstift 14 und den Rillenwänden der Axialkurve 10 der Nockenträger 2 axial auf der Nocke 1 soweit in Figur 6 nach links verschoben wird, bis die durch die Feder 39 vorgespannte Kugel 40 in die Rille 35 des Nockenträgers 2 eindringt. Während die Kugel 40 bei weiterem axialen Verschieben des Nockenträgers 2 axial entlang der konischen Fläche 37 abrollt, bewegt sich die Anlagefläche 18 des Nockens 8 auf die korrespondierend ausgebildete Anlagefläche 20 des Lagerbocks 3 zu und gerät mit dieser in axialen Berührkontakt. Die Kugel 40 steht immer noch in axialem Berührkontakt mit der Anlagefläche 37. Der Nockenträger 2 ist axial fixiert. Der Mitnehmerstift 14 wird mittels des elektrischen Aktuators 12 in bekannter Weise wieder aus der als Umfangsrille ausgebildeten Axialkurve 10 herausgezogen.

Zur Verstellung der Hubventilsteuerung von dem in Figur 7 dargestellten Betriebszustand für die Hubventilsteuerung in die in den in Figur 5 und Figur 6 dargestellten Betriebszustand wird der Mitnehmerstift 15 eines der als Umfangsrille ausgebildeten Axialkurve 11 zugeordneten und im Zylinderkopf angeordneten elektrischen Aktuators 13 bekannter Art vom Aktuator in die Umfangsrille der Axialkurve 11 eingeführt. Beim Verdrehen der Nockenwelle 1 in deren Betriebsrichtung wird über den Berührkontakt zwischen den Rillenwänden der Axialkurve 11 und dem Mitnehmerstift 15 der Nockenträgers 2 in Figur 7 axial nach rechts verschoben, so dass die Arretierkugel 40 entlang der Kontur der konischen Fläche 37 entgegen der Federkraft der Feder 39 zunächst aus der Rille 35 herausrollt bis die Arretierkugel 40 entlang der Kontur der konischen Fläche 36 in die Rille 34 durch die Rückstellkraft der Feder 39 eindringt und die Anlagefläche 17 des Nockens 7 in axialen Berührkontakt zur axial korrespondierenden Anlagefläche 19 des Lagerbocks 3 kommt. Der Berührkontakt zwischen Mitnahmekugel 40 und konischer Fläche 36 bleibt erhalten. Der Nockenträger 2 ist durch die axiale Anlage zwischen Anlagefläche 17 des Nockens 7 und axialer Anlagefläche 19 des Lagerbocks 3 einerseits und durch die Anlage zwischen Konus 36 und Arretierkugel 40 andererseits axial in beide Richtungen fixiert. Der Mitnehmerstift 15 wird mit Hilfe des elektrischen Aktuators 13 in bekannter Weise aus der Umfangsrille der Axialkurve 11 herausgezogen.

Die Betätigung der elektrischen Aktuatoren wird in bekannter, nicht näher dargestellter Weise vom nicht dargestellten Motorsteuergerät gesteuert.

Die Winkel α und β werden dabei so - je nach individuellem Erfordernis - dimensioniert, dass die erforderliche axiale Fixierkraft in den Betriebsstellungen für die Hubventilsteuerung gewährleistet und ein Lösen der Arretierverbindung nach Eingriff der Mitnahimestifte 14 bzw. 15 in die Umfangsrillen 10 bzw. 11 beim Verdrehen der Nockenwelle 1 in deren Betriebsrichtung sichergestellt ist. Beispielsweise sind die Winkel α und β gleich groß zwischen 15 und 45° beispielsweise zu jeweils 30° gewählt.

Auch wenn in den dargestellten Ausführungsbeispielen die konischen Flächen 36 und 37 längs ihrer axialen Erstreckung jeweils einen konstanten Steigungswinkel α und β aufweisen, ist es auch denkbar - soweit ein dynamischer Axialkraftverlauf sinnvoll ist -, die Steigung einer oder beider konischen Flächen 36 und 37 mit in axialer Richtung stetig veränderlichem Steigungswinkel α bzw. β auszubilden.

Die vier Nockenträger 2 der in den Figuren 3 und 4 dargestellten Nockenwelle 1, können auf diese Weise individuell durch die zugeordneten Aktuatoren 12 bzw. 13 zwischen ihren beiden Betriebspositionen zur Hubventilsteuerung verstellt werden.

Eine derartige Ausbildung der Verstellung der Hubventilsteuerung ist sowohl für eine lediglich Einlassventile steuernde Einlassnockenwelle 1 als auch auf einer lediglich Auslassventile steuernde Auslassnockenwelle 16 möglich. Ebenso ist es möglich, eine derartige Ausbildung auch auf einer Nockenwelle vorzusehen, die sowohl Einlassventile als auch Auslassventile steuert.

Bei einem Verbrennungsmotor, der - wie in den Figuren 1 bis 3 dargestellt ist - zwei Nockenwellen 1 und 16 aufweist, von denen die eine lediglich zur Steuerung der Einlassventile und die andere lediglich zur Steuerung der Auslassventile ausgebildet ist, ist es möglich die in den obigen Ausführungen dargestellte gesteuerte Verstellung der Hubventilsteuerung lediglich an einer der beiden Nockenwellen oder aber an beiden Nockenwellen auszubilden.

Eine derartige Ausbildung einer gesteuerten Verstellung der Hubventilsteuerung ist auch an Verbrennungsmotoren mit mehr oder weniger Zylindern als die im Ausführungsbeispiel dargestellten vier Zylinder möglich. Eine derartige

Ausbildung der gesteuerten Verstellung der Hubventilsteuerung ist auch an unterschiedlichen Zylinderanordnungen von Motoren möglich, beispielsweise bei Reihenmotoren, V-Motoren oder VR- oder W-Motoren. Die dargestellte Hubventilsteuerungsverstellung ist sowohl an fremdgezündeten als auch an selbstgezündeten Verbrennungsmotoren möglich.

BEZUGSZEICHENLISTE

- | | |
|----|-----------------------|
| 1 | Einlassnockenwelle |
| 2 | Nockenträger |
| 3 | Lagerbock |
| 4 | Nockengrundkreis |
| 5 | Nockengrundkreis |
| 6 | Nocken |
| 7 | Nocken |
| 8 | Nocken |
| 9 | Nocken |
| 10 | Axialkurve |
| 11 | Axialkurve |
| 12 | Elektrischer Aktuator |
| 13 | Elektrischer Aktuator |
| 14 | Mitnehmerstift |
| 15 | Mitnehmerstift |
| 16 | Auslassnockenwelle |
| 17 | Anschlag |
| 18 | Anschlag |
| 19 | Anlagefläche |
| 20 | Anlagefläche |
| 21 | Schlepphebel |
| 22 | Schlepphebel |
| 23 | Nockenfolgerrolle |
| 24 | Nockenfolgerrolle |
| 25 | Ausgleichselement |
| 26 | Ausgleichselement |
| 27 | Ventilschaft |
| 28 | Ventilschaft |
| 29 | |
| 30 | Zylinderkurbelgehäuse |
| 31 | Zylinderkopf |

- 32 Zylinderkopfhaube
- 33
- 34 Umfangsrille
- 35 Umfangsrille
- 36 Konusfläche
- 37 Konusfläche
- 38 Sackbohrung
- 39 Druckfeder
- 40 Arretierkugel

PATENTANSPRÜCHE

1. Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine mit mehreren Gaswechselventilen, von denen wenigstens zwei mittels einer Nockenwelle (1,16), einem auf einem drehfest und axial verschiebbar auf der Nockenwelle (1,16) gelagerten als Hohlwelle ausgebildeten Nockenträger (2), mit auf dem Nockenträger (2) ausgebildeten Nocken mit Nockenkontur, und mit jeweils einem Nockenfolger (23,24) betätigt werden,
 - wobei jedem der beiden Nockenfolger (23,24) je zwei – insbesondere benachbarte – Nockenkonturen (6,7 bzw. 8,9) zugeordnet sind, die zur Einstellung des Ventilhubsteuerverlaufs zur wahlweisen Herstellung eines Wirkkontakts zum Nockenfolger (23,24) verstellbar sind,
 - mit Mitteln zum gesteuerten axialen Verschieben des Nockenträgers (2) gegenüber der Nockenwelle (1) zwischen einer ersten axialen Position, in der sich jeweils die eine Nockenkontur (6,8) in ihrer Steuerbetriebsposition zur Herstellung des Wirkkontaktes mit dem Nockenfolger (23,24) befindet, und einer zweiten axialen Position, in der sich jeweils die zweite Nockenkontur (7,9) in ihrer Steuerbetriebsposition zur Herstellung des Wirkkontaktes mit dem Nockenfolger (23,24) befindet,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

- dass in der ersten axialen Position, in der sich jeweils die eine Nockenkontur (6,8) in ihrer Steuerbetriebsposition zur Herstellung des Wirkkontaktes mit dem Nockenfolger (23,24) befindet, eine zum Nockenwellenlager gerichtete axiale Stirnseite (17) lediglich des einen Nockens axial am Lagerbock (3) eines Nockenwellenlagers anliegt, und dass in der zweiten axialen Position, in der sich jeweils die zweite Nockenkontur (7,9) in ihrer Steuerbetriebsposition zur Herstellung des Wirkkontaktes mit dem Nockenfolger (23,24) befindet, eine zum Nockenwellenlager gerichtete axiale Stirnseite (18) lediglich des anderen Nockens axial am Lagerbock (3) des Nockenwellenlagers anliegt.

2. Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine gemäß den Merkmalen von Anspruch 1,
 - bei dem der Nockenträger (2) in einem axialen Abschnitt zwischen den Nockenkonturen (6,7) zur Betätigung des ersten Ventils über den ersten Nockenfolger (23) und den Nockenkonturen (8,9) zur Betätigung des zweiten Ventils über den zweiten Nockenfolger (24) mit zylindrischer Mantelfläche als Lagerfläche ausgebildet und im Nockenwellenlager drehbar und axial verschiebbar gelagert ist,
 - bei dem in der ersten axialen Position, in der sich jeweils die eine Nockenkontur (6,8) in ihrer Steuerbetriebsposition zur Herstellung des Wirkkontaktes mit dem Nockenfolger (23,24) befindet, die zum Nockenwellenlager gerichtete axiale Stirnseite (17) des einen Nockens axial am Lagerbock (3) des Nockenwellenlagers anliegt, und dass in der zweiten axialen Position, in der sich jeweils die zweite Nockenkontur (7,9) in ihrer Steuerbetriebsposition zur Herstellung des Wirkkontaktes mit dem Nockenfolger (23,24) befindet, die zum Nockenwellenlager gerichtete axiale Stirnseite (18) des anderen Nockens axial am Lagerbock (3) des Nockenwellenlagers anliegt.

3. Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine gemäß den Merkmalen von Anspruch 1 oder 2,

bei der zwischen Nockenwelle (1) und Nockenträger (2) Mittel zum Aufbringen und Lösen einer axialen Spannkraft von der Nockenwelle (1) auf den Nockenträger (2) ausgebildet ist, wobei die Richtung der axial auf den Nockenträger (2) einwirkenden Spannkraft in der ersten axialen Position des Nockenträgers (2), in der sich jeweils die eine Nockenkontur (6,8) in ihrer Steuerbetriebsposition zur Herstellung des Wirkkontaktes mit dem Nockenfolger (23,24) befindet, die zum Nockenwellenlager gerichtete axiale Stirnseite (17) des einen Nockens axial am Lagerbock (3) des Nockenwellenlagers anliegt, diese axiale Stirnseite (17) dieses einen Nockens in Berührkontakt mit der einen Stirnseite (19) des Lagerbocks (3) hält, und wobei in der zweiten axialen Position des Nockenträgers (2), in der sich jeweils die zweite Nockenkontur (7,9) in ihrer Steuerbetriebsposition zur Herstellung des Wirkkontaktes mit dem Nockenfolger (23,24) befindet, die zum Lagerbock (3) des Nockenwellenlagers gerichtete axiale Stirnseite (18) des anderen Nockens axial am Lagerbock (3) anliegt, diese axiale Stirnseite (18) dieses ande-

ren Nockens in Berührungkontakt mit der anderen Stirnseite (20) des Lagerbocks (3) hält.

4. Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine gemäß den Merkmalen von Anspruch 3,
bei dem die Mittel zum Aufbringen und Lösen einer axialen Spannkraft von der Nockenwelle (1) auf den Nockenträger (2) als Mittel zum selbsttätigen Aufbringen der Spannkraft bei beim Erreichen der ersten bzw. der zweiten Position des Nockenträgers (2) durch Verschieben sind.
5. Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine gemäß den Merkmalen von Anspruch 4,
bei dem die Mittel zum Aufbringen und Lösen einer axialen Spannkraft von der Nockenwelle (1) auf den Nockenträger (2) eine federgestützte Arretiereinrichtung aufweisen.
6. Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine gemäß den Merkmalen von Anspruch 5,
bei dem die federbelastete Arretiereinrichtung ein in der Nockenwelle (1) in radialer Richtung beweglich gelagertes Arretiermittel (40) aufweist, welches durch die Rückstellkraft einer vorgespannten Feder (39) in radialer Richtung nach außen gegen die radiale Innenfläche des Nockenträgers (2) gedrückt wird, und bei dem an der radialen Innenseite des Nockenträgers (2) in Umfangsposition des Arretiermittels (40) axial beabstandet zu einander zwei Rampen (36,37) ausgebildet sind, die sich jeweils in Richtung der axial von der jeweils anderen Rampe (37,36) wegweisenden Seite schräg nach radial außen erstreckt, wobei die beiden Rampen (36,37) axial so angeordnet sind, dass das beweglich gelagerte Arretiermittel (40) radial gegen die erste Rampe (36) drückt, wenn die Stirnfläche (17) des ersten Nockens an der zugeordneten Stirnfläche (19) des Lagerbocks (3) des Nockenwellenlagers anliegt, und dass das beweglich gelagerte Arretiermittel (40) radial gegen die zweite Rampe (37) drückt, wenn die Stirnfläche (18) des zweiten Nockens an der zugeordneten Stirnfläche (18) des Lagerbocks (3) des Nockenwellenlagers anliegt.

7. Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine gemäß den Merkmalen von Anspruch 5,
bei dem die federbelastete Arretiereinrichtung ein in dem Nockenträger (2) in radialer Richtung beweglich gelagertes Arretiermittel, welches durch die Rückstellkraft einer vorgespannten Feder in radialer Richtung nach innen gegen die radiale Außenfläche der Nockenwelle (1) gedrückt wird, und bei dem an der radialen Außenseite der Nockenwelle (2) in Umfangsposition des Arretiermittels axial beabstandet zu einander zwei Rampenflächen ausgebildet sind, die sich jeweils in Richtung der axial von der jeweils anderen Rampe wegweisenden Seite schräg nach radial innen erstreckt, wobei die beiden Rampen axial so angeordnet sind, dass das beweglich gelagerte Arretiermittel radial gegen die erste Rampe drückt, wenn die Stirnfläche des ersten Nockens an der zugeordneten Stirnfläche des Lagerbocks des Nockenwellenlagers anliegt, und das beweglich gelagerte Arretiermittel radial gegen die zweite Rampe drückt, wenn die Stirnfläche des zweiten Nockens an der zugeordneten Stirnfläche des Lagerbocks des Nockenwellenlagers anliegt.
8. Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine gemäß den Merkmalen von Anspruch 6 oder 7,
wobei das beweglich gelagerte Arretiermittel (40) ein radial verschiebbar gelagerter Arretierstift oder Arretierbolzen ist,
wobei im Grund des Lagers (38) für den Arretierstift bzw. den Arretierbolzen eine Rückstellfeder (39) gelagert ist, die sich am Lagergrund und am Arretierstift oder Arretierbolzen abstützt,
wobei insbesondere die radial vom Grund des Lagers (38) für den Arretierstift bzw. den Arretierbolzen wegweisende Spitze abgerundet ist.
9. Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine gemäß den Merkmalen von Anspruch 6 oder 7,
wobei das beweglich gelagerte Arretiermittel eine radial verschiebbar drehbar gelagerte Arretierkugel (40) ist,

wobei im Grund des Lagers für die Arretierkugel (40) eine Rückstellfeder (39) gelagert ist, die sich am Lagergrund und an der Arretierkugel (40) abstützt,

wobei die Arretierkugel (40) in der ersten Position des Nockenträgers (2) an der ersten Rampe (36) und in der zweiten Position des Nockenträgers (2) an der zweiten Rampe (37) anliegt.

10. Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine gemäß den Merkmalen von einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, bei dem die Mittel zum axialen Verschieben des Nockenträgers (2) gegenüber der Nockenwelle (1) in der radialen Außenseite des Nockenträgers über den Umfang erstreckt ausgebildete Axialkurven - insbesondere Umfangsnuten (10,11) mit über dem Umfang verändertem axialem Verlauf - und gesteuert in Eingriff mit den Axialkurven bringbare Mitnehmer (14,15) ausgebildet sind.
11. Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine, bei dem auf der Nockenwelle (1) mehrere axial zueinander beabstandete Nockenwellenträger (2) mit Nocken zur Betätigung jeweils zweier Gaswechselventile gemäß den Merkmalen von einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche ausgebildet sind.

1/5

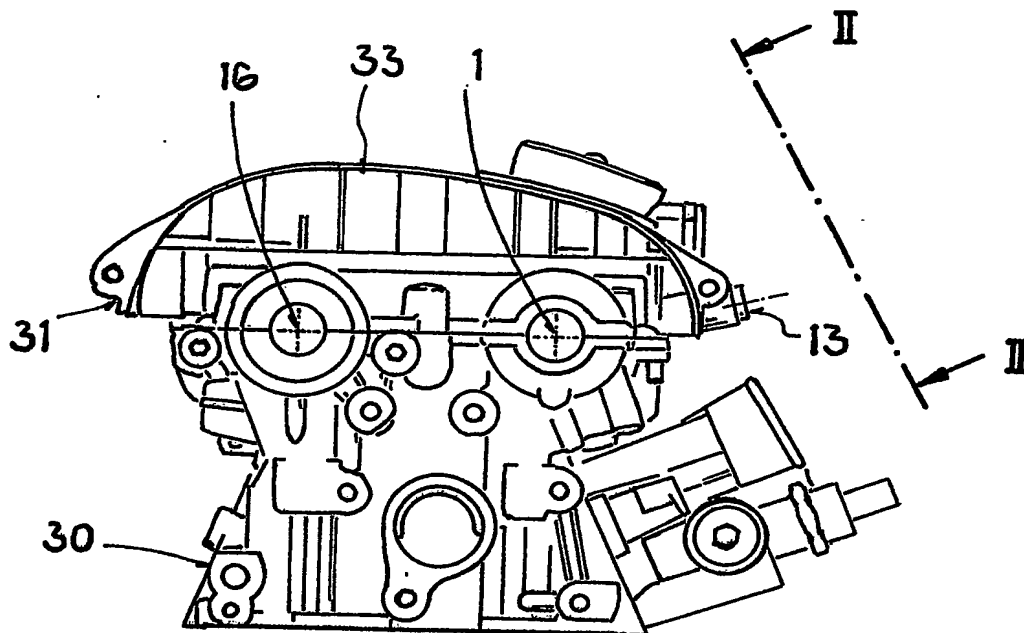


FIG. 1

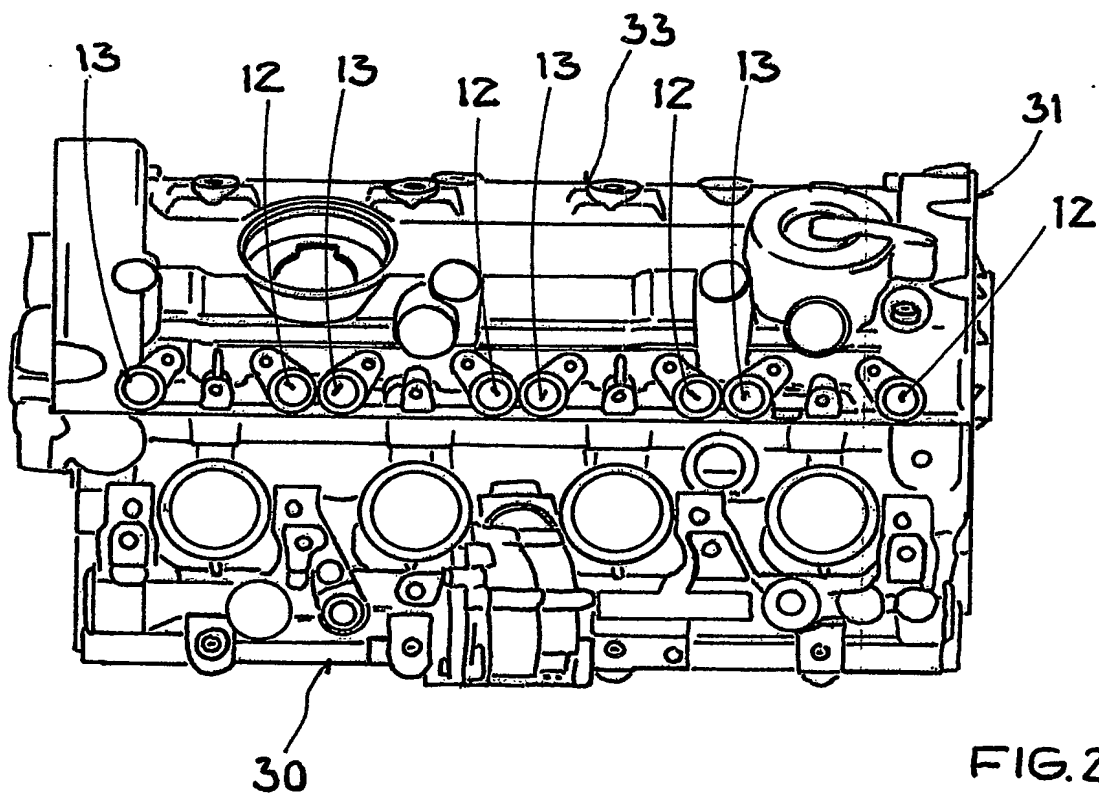


FIG. 2

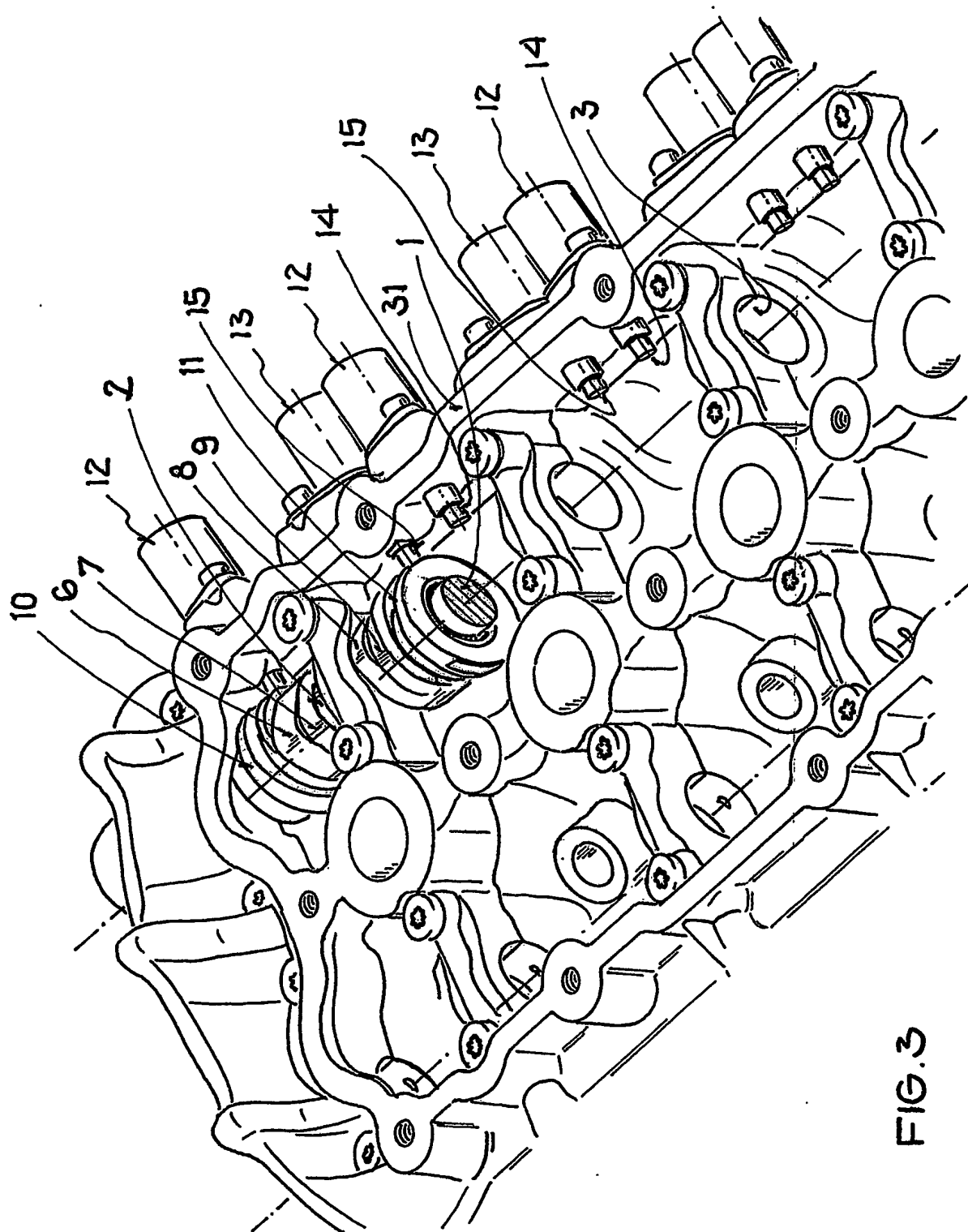


FIG. 3

3/5

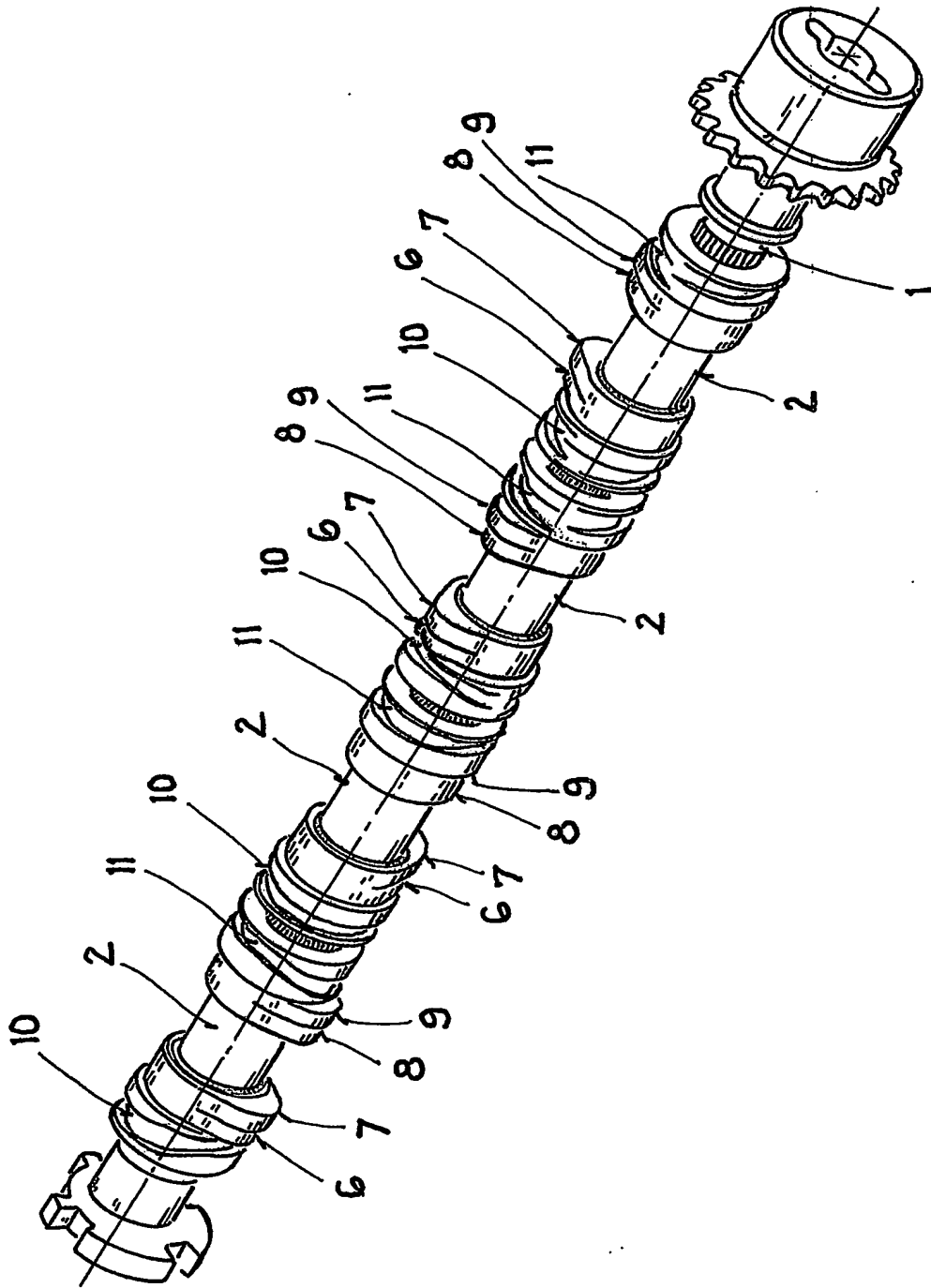
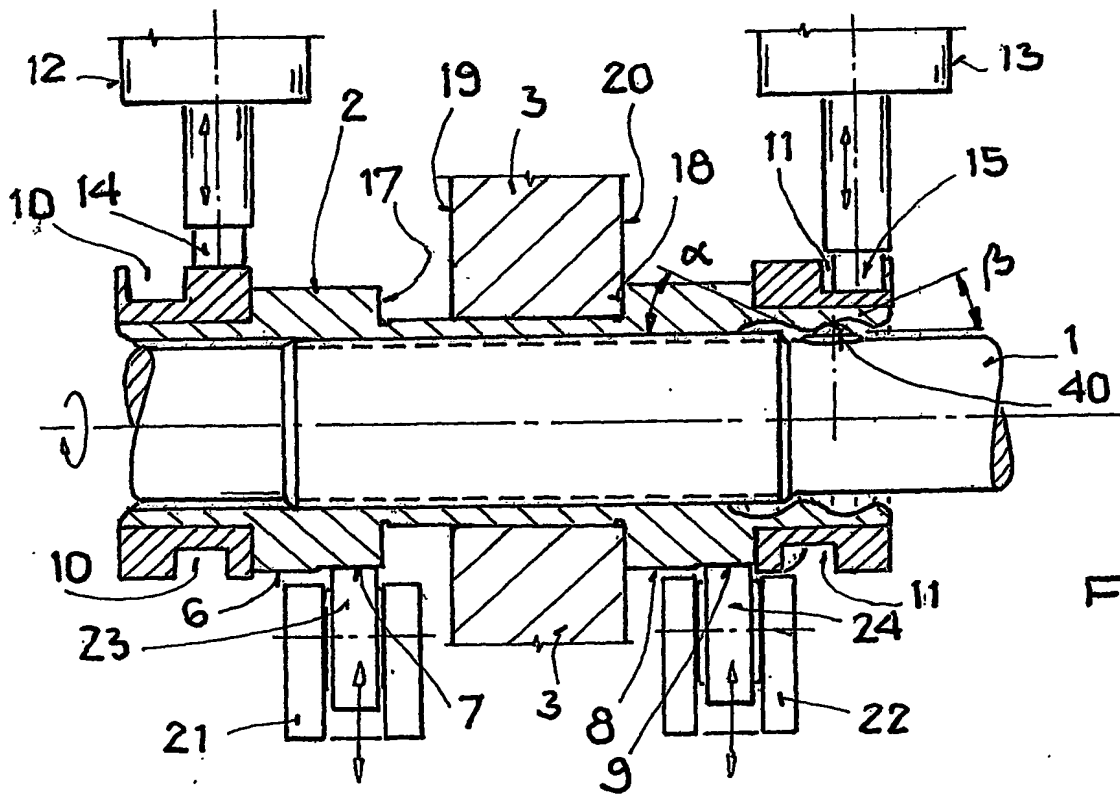
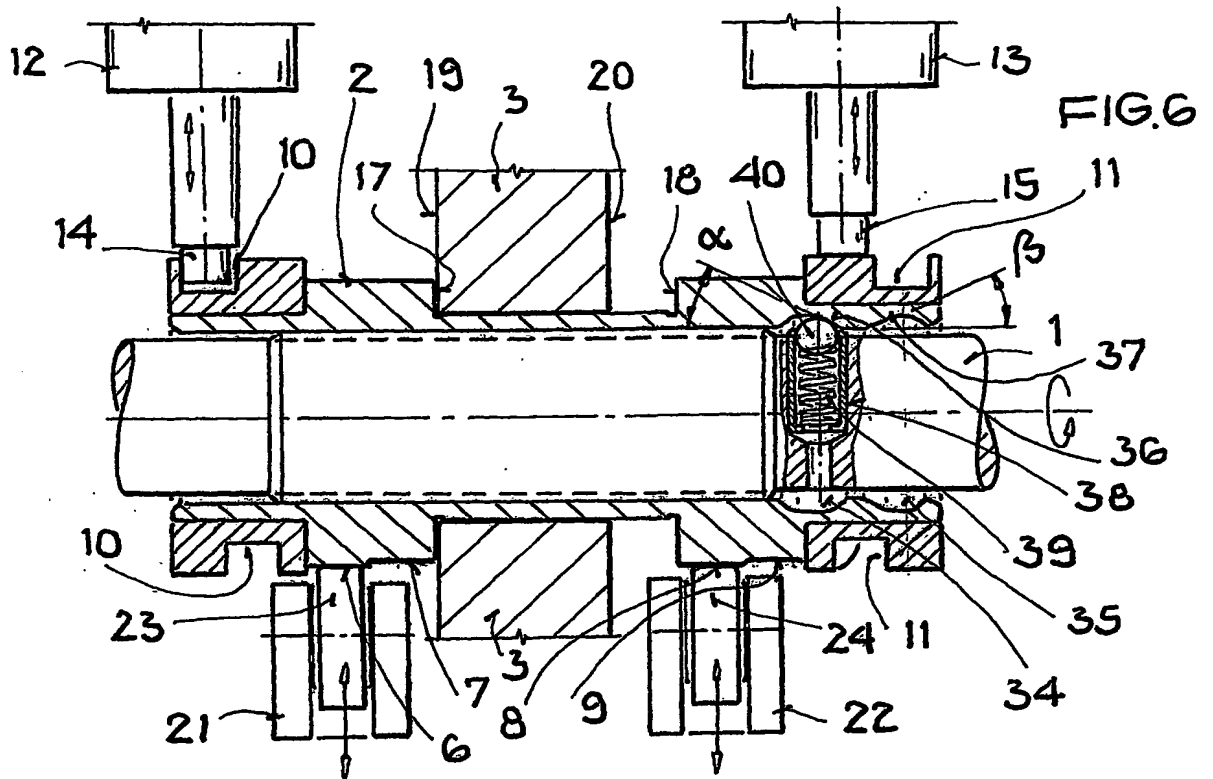


FIG. 4



FIG.5

5/5



ZUSAMMENFASSUNG

Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine

Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine mit mehreren Gaswechselventilen, von denen wenigstens zwei mittels einer Nockenwelle, einem auf einem drehfest und axial verschiebbar auf der Nockenwelle gelagerten als Hohlwelle ausgebildeten Nockenträger, mit auf dem Nockenträger ausgebildeten Nocken mit Nockenprofil, und mit jeweils einem Nockenfolger betätigt werden, wobei jedem der beiden Nockenfolger je zwei – insbesondere benachbarte – Nockenprofile zugeordnet sind, die zur Einstellung des Ventilhubsteuerungsverlaufs zur wahlweisen Herstellung eines Wirkkontakts zum Nockenfolger verstellbar sind, mit Mitteln zum gesteuerten axialen Verschieben des Nockenträgers gegenüber der Nockenwelle zwischen einer ersten axialen Position, in der sich jeweils die eine Nockenkontur in ihrer Steuerbetriebsposition zur Herstellung des Wirkkontaktes mit dem Nockenfolger befindet, und einer zweiten axialen Position, in der sich jeweils die zweite Nockenkontur in ihrer Steuerbetriebsposition zur Herstellung des Wirkkontaktes mit dem Nockenfolger befindet, dass in der ersten axialen Position, in der sich jeweils die eine Nockenkontur in ihrer Steuerbetriebsposition zur Herstellung des Wirkkontaktes mit dem Nockenfolger befindet, eine zum Nockenwellenlager gerichtete axiale Stirnseite lediglich des einen Nockens axial am Lagerbock eines Nockenwellenlagers anliegt, und dass in der zweiten axialen Position, in der sich jeweils die zweite Nockenkontur in ihrer Steuerbetriebsposition zur Herstellung des Wirkkontaktes mit dem Nockenfolger befindet, eine zum Nockenwellenlager gerichtete axiale Stirnseite lediglich des anderen Nockens axial am Lagerbock des Nockenwellenlagers anliegt.

(In Verbindung mit Figur 5)

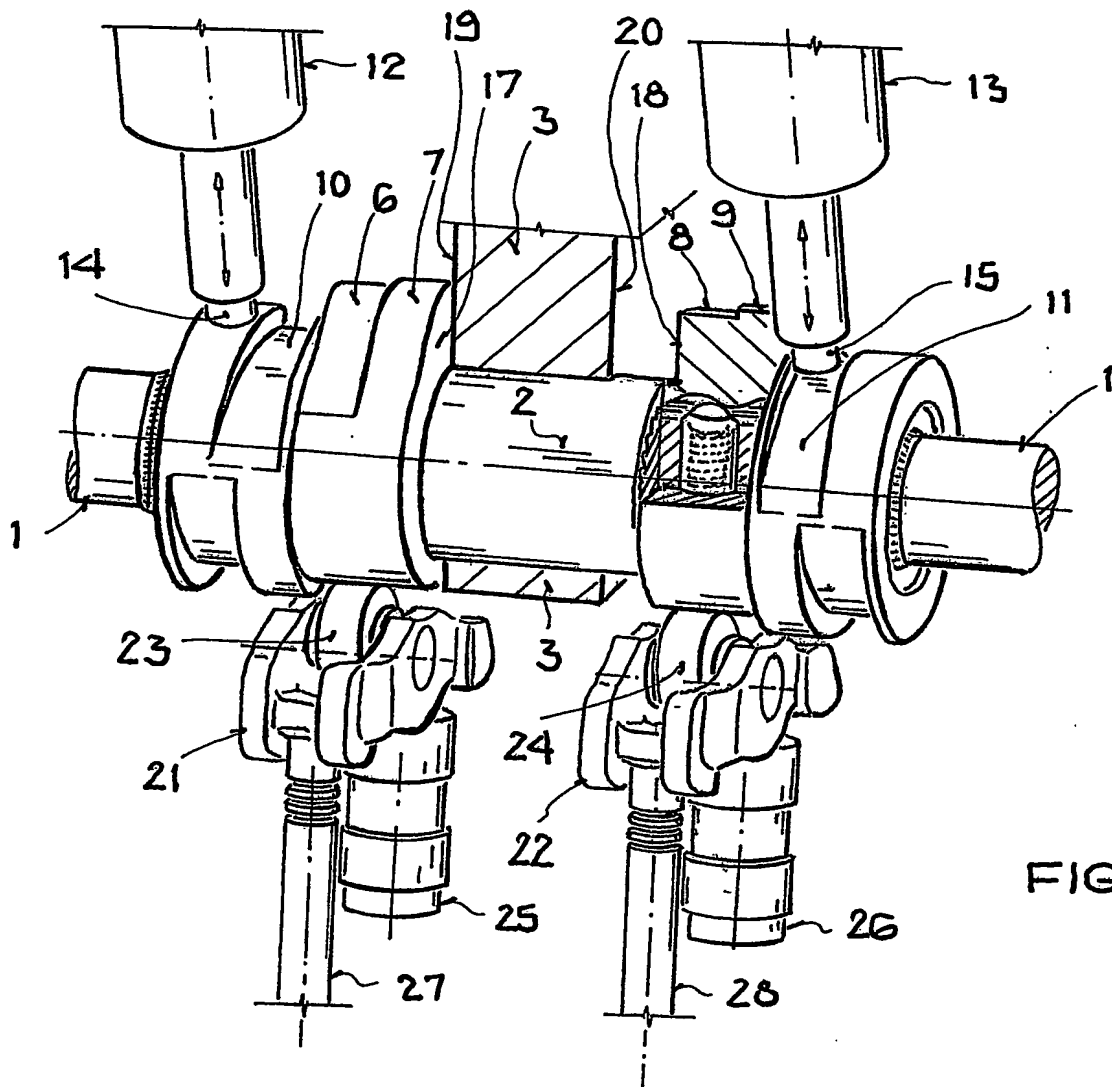


FIG. 5